



24 - 26

Setembro

1996

CURITIBA - PR

BRASIL

COMPARADOR DE TRANSFORMADORES DE TENSION DE ALTA EXACTITUD

Ricardo García
Dto de Física y Metrología
INTI

Ariel Medina- Eduardo Zaretsky
CONIMED S.A.- Bs. As.-Argentina

Resumen:

Se describe un comparador de transformadores de tensión de alta precisión, diseñado principalmente con elementos comerciales, de operación sencilla, y que puede ser usado en mediciones de laboratorio o de campo. Los errores que determina están en el rango del 0,005 % al 5 %.

Palabras llave

Transformadores de tensión- Comparador de transformadores de medida

1. Introducción

Los crecientes volúmenes de energía eléctrica que se comercializan, y los sistemas de garantía de calidad, implican una creciente cantidad de calibraciones con mayores exigencias de exactitud, tanto en mediciones de laboratorio como de campo.

Los sistemas de medición deben ser prácticamente insensibles a las condiciones ambientales, ser transportables y de uso sencillo.

2. Descripción del Comparador

El circuito de la figura 1 muestra el esquema completo del comparador.

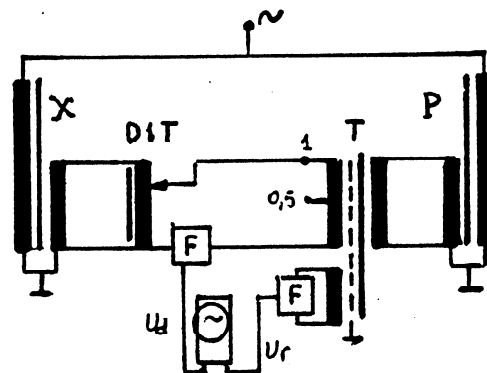


Fig. 1

El transformador T tiene dos relaciones de transformación 1:1 - 0,5; es del tipo de doble núcleo [1], para lograr una alta exactitud, de unas pocas ppm con una relativamente baja impedancia de cortocircuito y tiene tres funciones:

- Permitir que el secundario del transformador patrón esté conectado a masa, ya que se calibra en esta condición.
- La salida 0,5 permite comparar transformadores cuya relación de transformación sea mayor que el patrón.
- Proveer una tensión de referencia al osciloscopio igual al 1 % de su tensión secundaria.

El DIT es un divisor inductivo de tensión comercial del tipo doble núcleo de 7 décadas,

2

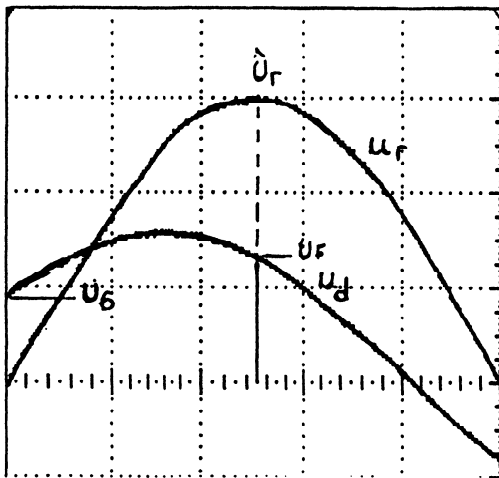
de baja frecuencia, con una linealidad de 1 ppm y un ángulo de fase que no supera los 5 microradianes. Su uso es adaptar la relación de transformación de X y de P.

Si k_x y k_p son las relaciones nominales de transformación y D la posición de los diales del DIT, D se calcula de la siguiente manera:

$$D = k_x/k_p \text{ ó bien } D = 0,5 k_x/k_p \text{ si } k_x > k_p$$

Los filtros F, son pasivos compuestos por celdas RC, sirven para atenuar las armónicas y el ruido. Son idénticos, de tal forma que producen la misma atenuación y desfase de la onda fundamental de la tensión diferencia U_d y la de referencia U_r .

Ambas tensiones son aplicadas al osciloscopio. Con el barrido adecuado, en la pantalla del osciloscopio aparecen 2 ondas.



La forma de calcular los errores en base a estas dos ondas está dado en [2].

El error de relación F es:

$$F = R_e U_d / U_r = U_f / \hat{U}_r \%$$

y el de ángulo:

$$\delta = I_m U_d / U_r = U_\delta / \hat{U}_r \%$$

$R_e U_d$: $I_m U_d$ parte real e imag. de la tensión U_d .

3. Sensibilidad y exactitud

En un osciloscopio de uso general de 2 mV/div se aprecia al menos 1 mV, que para una

tensión secundaria de 100 V, da una sensibilidad del orden de 10^{-5} que se puede incrementar mediante un amplificador.

La exactitud del comparador depende de la linealidad del DIT. El error de transformación T, es el relativo al que resulte de compararlo con el DIT, no el absoluto. Para determinarlo se alimenta a ambos con la misma tensión y se determina la tensión diferencia, como en el caso de la comparación de dos transformadores.

El error así determinado, para las relaciones 1 y 0,5 se puede corregir, introduciéndolo como un error adicional del patrón P o bien en el cálculo de D.

La estabilidad de los DIT es muy alta y su calibración se realiza con periodos de varios años, y son prácticamente insensibles a las condiciones ambientales.

Los errores de lectura en el osciloscopio son de segundo orden y el uso de osciloscopios digitales permite una mejora en este aspecto.

4. Futuros trabajos

Se estudia la posibilidad de automatizar la toma de datos con el uso de osciloscopios digitales o adquirentes de señales y PC.

Mayores sensibilidades se esperan obtener con el uso de voltímetros del tipo Lock in.

5. Conclusiones

El comparador descrito es adecuado para su uso en laboratorio y en campo y puede usarse tanto en 50 Hz como en 60 Hz. Permite comparar transformadores cuyos secundarios estén a tierra como es el caso que se presenta en subestaciones y centrales eléctricas, si se desean comparar transformadores que estén ubicados en distintas barras.

Tienen muy pocos elementos específicos, un transformador y dos filtros, el osciloscopio y el DIT, son ambos comercialmente disponibles y tienen múltiples aplicaciones en los laboratorios de metrología.

Bibliografía

1. Deacon, T.A. y Hill JJ "Two stage inductive dividers". Proc IEE Vol. 115 N° 6 (1968) p. 888
2. Braun, A. "Messverfahren zur Fehlerbestimmung von Stromwandler mit kleinen sekundären Nennstromstärken" Technischen Messen 51 (1989) H6 p. 221